DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGIA Y MECANICA

CARRERA DE:

- [ ] Mecánica
- [x] Mecatrónica

ASIGNATURA

- [ ] Automatización Industrial Mecánica
- [ ] Instrumentación Industrial Mecánica
- [x] Instrumentación Aplicada a la Mecatrónica

TRABAJO PREPARATORIO No. 3

INTEGRANTES

Nombre	Paralelo
ANTHONY DAVID AYALA PAGUAY	**15007**
JOSE ANTONIO RUEDA VALLEJO	**15007**

FECHA DE ENTREGA	HORA
11/12/2023	**23:59**

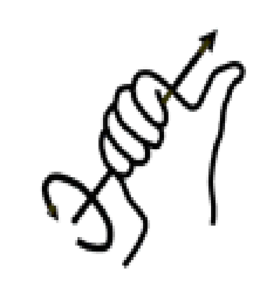
Recepción del Preparatorio

Preparatorio No:	**Observaciones/Integrantes:**	
Fecha de recepción:	**Hora:**	**Firma:**

1. **Tema:** Característica estática de un sensor de inductancia variable

2. **Objetivos:**
   a) Conocer la operación de un dispositivo de inductancia variable.
   b) Determinación de la característica estática tensión – desplazamiento.

3. **Teoría.** Una corriente eléctrica que circula a través de un conductor crea un campo magnético a su alrededor. Este campo magnético se simboliza con líneas de fuerza o de campo que son circunferencias contenidas en un plano perpendicular al conductor y cuyo sentido se establece con la regla de la mano derecha.



Se denomina (B) a la intensidad del campo magnético es decir el número de líneas de fuerza por unidad de superficie.

Se denomina flujo magnético Ø al número total de líneas que atraviesa una superficie A:

$$\emptyset = B * A$$

Fuerza Electromotriz inducida. La fuerza electromotriz inducida en un circuito está relacionada con la variación de flujo magnético con el tiempo y viene dada por la ley de Faraday:

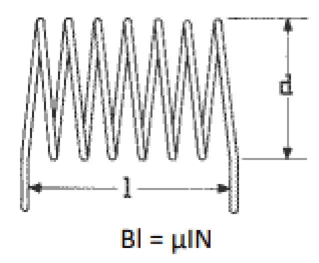
$$E = -N\frac{d\emptyset}{dt} = -N\frac{d\emptyset}{dt}\frac{dI}{dt} = -L\frac{dI}{dt}$$

en la que L es el coeficiente de autoinducción o inductancia:

$$L = N\frac{d\emptyset}{dI}$$

La inductancia L solo depende de las características físicas del conductor. Para el cálculo de la inductancia de una bobina se utiliza la ley de Ampere que establece que:

La circulación del campo magnético B creado por un conductor arrollado en forma de bobina de N espiras viene dada por la ecuación:



Bl = μIN

Donde B es la densidad de flujo magnético, l es la longitud de la bobina, μ es μo.μr, permeabilidad magnética e I es la intensidad de corriente eléctrica.

Dado que B= Ø /A, a partir de B l= μ I N se tiene que:

$$\frac{\emptyset l}{A} = N\mu I$$

Donde Ø es el flujo magnético y A el área. a partir de la cual, teniendo en cuenta que l, μ, A y N son constantes, se obtiene la expresión:

$$L = N\frac{d\emptyset}{dI} = \mu\frac{N^2A}{l}$$

De la propia definición de L se obtiene:

$$L = N\frac{\emptyset}{I} = \mu\frac{N^2A}{l} \rightarrow \emptyset = \frac{NI}{\frac{1}{\mu}\frac{l}{A}} = \frac{M}{\mathcal{R}}$$

Donde a $\mathcal{R}$ se le denomina reluctancia y es igual a:

$$\mathcal{R} = \frac{l}{\mu A}$$

Y

$$L = \frac{N^2}{\mathcal{R}}$$

Los sensores basados en estos principios se conocen como sensores inductivos están basados en la variación de alguno de los parámetros magnéticos.

Se clasifican en:

Sensores de inductancia variable

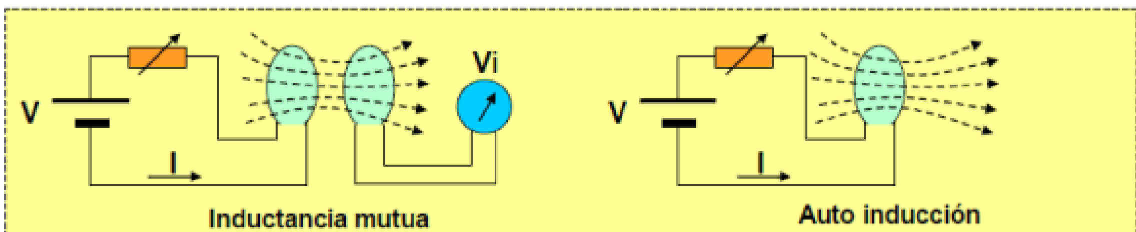
- Basados en la variación de la autoinducción (Self-inductance)

Sensores de reluctancia variable (Variable reluctance)

- Basados en la variación de la inductancia mutua (Mutual inductance)
- LVDT (Linear Variable Differential Transformer)
- Transformadores variables (Variable transformers)

Sensores magneto elásticos
Sensores basados en el efecto Wiegand
Sensores basados en las corrientes de Foucault.

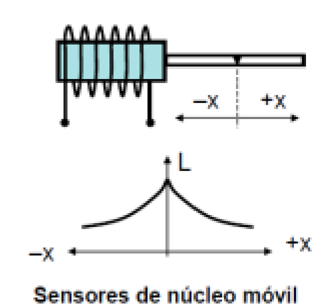
La inductancia en un circuito es la relación entre el flujo magnético y la corriente eléctrica que lo genera. Si se trata de la corriente que circula por el propio circuito, se denomina autoinducción (L) y si es en otro circuito se denomina Inducción mutua.



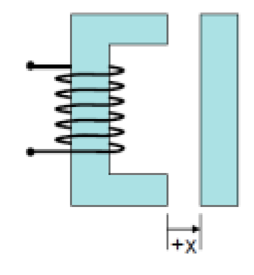
Sensores no diferenciales.
El desplazamiento es la variable más utilizada para variar una autoinducción:

- Sensores de núcleo móvil: Se modifica μ.
- Sensores de entrehierro variable: se modifica l.

El núcleo puede ser de aire o de hierro. Con un núcleo de aire se trabaja a frecuencias más altas que con uno de hierro, pero las variaciones de la inductancia que se consiguen son pequeñas.

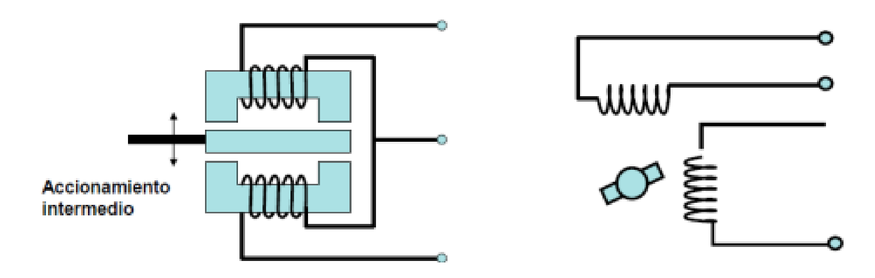


Sensores de núcleo móvil



Sensor de entrehierro variable

Sensores diferenciales



Consideraciones importantes

Las expresiones indicadas anteriormente para la variación de la autoinducción solo son válidas si se cumplen las siguientes condiciones:

- No hay campos magnéticos parásitos (apantallamiento).
- Se trabaja a una temperatura inferior a la de Curie.
- La relación entre L y R es constante en todo el dispositivo (el flujo magnético no es disperso).

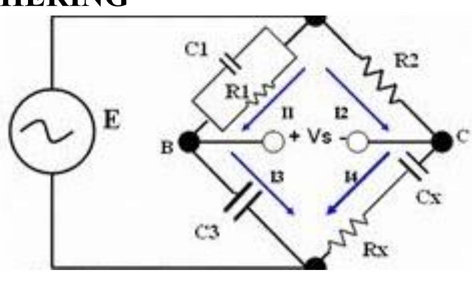
Ventajas

- Muy estables en entornos hostiles (por ejemplo, entornos húmedos)
- Alta sensibilidad APLICACIONES Se utilizan en ambiente industrial para medir desplazamientos u otras variables que se puedan convertir en un desplazamiento (fuerza, presión, etc.), posición, proximidad de objetos metálicos férricos, etc.

4. **Trabajo preparatorio.**

a) Consulte las maneras de acondicionar la señal de un sensor inductivo.

PUENTE DE SCHERING



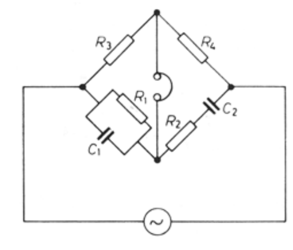
$$R_x = \frac{R_3 \cdot C_2}{C_1}$$

$$C_x = \frac{R_2 \cdot C_1}{R_3}$$

Se observa que la rama patrón (rama 3) contiene exclusivamente un capacitor. En términos generales, este capacitor patrón suele ser de mica de alta calidad para mediciones generales de capacidad, aunque también puede ser de un capacitor de aire cuando se realizan mediciones de aislamiento. Los capacitores de mica de buena calidad exhiben pérdidas mínimas, resultando en un ángulo de fase cercano a los 90°. En contraste, un capacitor de aire ofrece un valor sumamente estable y un campo eléctrico mínimo, lo que permite que el material aislante permanezca fuera de campos eléctricos intensos.

Dado que el capacitor patrón se encuentra en la rama 3, se destaca que la suma de los ángulos de fase de las ramas 2 y 3 será igual a 90° (0° + 90° = 90°). Para satisfacer la ecuación de equilibrio, es esencial que los ángulos de fase de las ramas 1 y 4 sean de 90°.

PUENTE DE WIEN



Un circuito de CA, en el que una rama consta de una resistencia y una capacitancia enserie, y la contigua de una resistencia y una capacitancia en paralelo, siendo las dos ramas restantes puramente resistivas. El puente indicado en la figura, se usa para medida de capacitancias en términos de resistencia y frecuencia

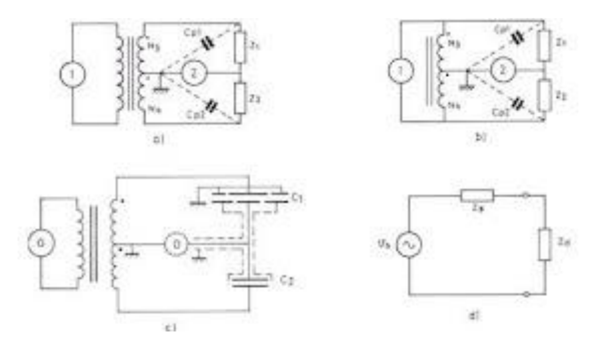
$En\ el\ equilibrio, se\ aplican\ las\ siguientes\ relaciones$

- $C1/C2 = R4/R3 - R2/R1\ C1 * C2 = 1/(w^2\ R1R2$

$Que\ dan\ las\ siguientes\ expresiones\ para$

- $C1\ y\ C2\ C1 = (64\&2/1) = (R1 * R4 - R2 * R3)/(w^2R1^2R2 * R3)$
- $C2 = (64\&2/2) = R3/(w^2R2 * (R1R4 - R2R3))$

Puentes de Blumlein



Es una opción a los puentes de alterna para sensores capacitivos. Es preciso tener en cuenta que para frecuencias mayores de 100kHz las características del transformador se degradan rápidamente.

Si las variaciones de impedancia son lineales, por ejemplo, con un sensor capacitivo diferencial basado en el cambio de la distancia entre placas, $Z1 = Z0(1 - x)\ y\ Z2 = Z0(1 + x)$, midiendo la salida con un detector de alta impedancia de entrada, la expresión de esta será:

$$Vs = V\frac{x}{2}$$

Si, por el contrario, se trata de un sensor capacitivo diferencial basado en la variación del área de las placas $Z1 = Z0/(1 - x)\ y\ Z2 = Z0/(1 + x)$, entonces es mejor emplear un detector de corriente con baja impedancia de entrada porque así se tiene:

$$Is = -\frac{V}{Zo}x$$

b) **Consulte las características técnicas de un sensor inductivo analógico industrial de reluctancia variable.**

Sensor: BES0068



FIG #. Sensor BES0068

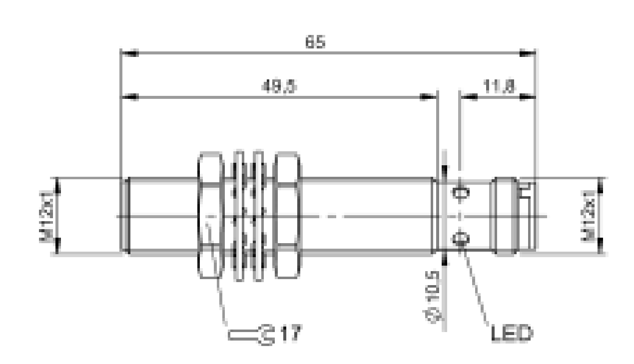
Modelo: BES M12MI-PSC40B-S04G

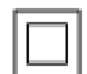
Data Sheet:

Inductive Sensors

BES M12MI-PSC40B-S04G
Order Code: BES0068

BALLUFF







Basic features

Approval/Conformity	CE UKCA cULus WEEE
Basic standard	IEC 60947-5-2
Trademark	Global

Display/Operation

Function indicator	yes
Power indicator	no

Electrical connection

Connection	M12x1-Male, 3-pin, A-coded
Polarity reversal protected	yes
Protection against device mix-ups	yes
Short-circuit protection	yes

Electrical data

Load capacitance max. at Ue	1 µF
Min. operating current Im	0 mA
No-load current Io max., damped	5 mA
No-load current Io max., undamped	2 mA
Operating voltage Ub	10...30 VDC
Output resistance Ra	33.0 kOhm + D
Protection class	II
Rated insulation voltage Ui	250 V AC
Rated operating current Ie	200 mA
Rated operating voltage Ue DC	24 V
Rated short circuit current	100 A
Ready delay tv max.	21 ms
Residual current Ir max.	10 µA
Ripple max. (% of Ue)	15 %
Switching frequency	2500 Hz
Utilization category	DC -13
Voltage drop static max.	1.5 V

Environmental conditions

Ambient temperature	-25...70 °C
Contamination scale	3
EN 60068-2-27, Shock	Half-sinus, 30 g_n, 11 ms
EN 60068-2-6, Vibration	55 Hz, amplitude 1 mm, 3x30 min
IP rating	IP68

Functional safety

MTTF (40 °C)	640 a

Interface

Switching output	PNP normally open (NO)

Inductive Sensors
BES M12MI-PSC40B-S04G
Order Code: BES0068

BALLUFF

Material

Housing material	Brass, Nickel-free coated
Material sensing surface	PBT

Mechanical data

Dimension	Ø 12 x 65 mm
Installation	for flush mounting
Size	M12x1
Tightening torque	10 Nm

Range/Distance

Assured operating distance Sa	3.2 mm
Hysteresis H max. (% of Sr)	15.0 %
Rated operating distance Sn	4 mm
Real switching distance sr	4 mm
Repeat accuracy max. (% of Sr)	5.0 %
Switching distance marking	■■
Temperature drift max. (% of Sr)	10 %
Tolerance Sr	±10 %

Remarks

The sensor is functional again after the overload has been eliminated.
For more information about MTTF and B10d see MTTF / B10d Certificate

Indication of the MTTF- / B10d value does not represent a binding composition and/or life expectancy assurance; these are simply experiential values with no warranty implications. These declared values also do not extend the expiration period for defect claims or affect it in any way.

Connector Drawings

3 1
4

Wiring Diagrams

1 4 3 + –

Bibliografía:

1. (S/f). Festo.com. Recuperado el 27 de noviembre de 2023, de https://www.festo.com/media/pim/789/D15000100149789.PDF

2. Ticiesmgk. (2013, 20 octubre). *Divisor de tensión – Tecno4IESMGK*. tecno4iesmgk. https://tecno4iesmgk.wordpress.com/tag/divisor-de-tension/

3. *Voltaje de desbalance (Offset) - amplificadores operacionales*. (s. f.). Solución ingenieril. https://solucioningenieril.com/amplificadores_operacionales/voltaje_de_desbalance_offset

4. *Compensacion externa del offset*. (s. f.). https://www.angelfire.com/electronic2/xarlos/Electronica3/dos/voffset.htm

5. *BES0068*. (s/f). Balluff.com. Recuperado el 12 de diciembre de 2023, de https://www.balluff.com/en-de/products/BES0068

6. Fravedsa. (s. f.). *Puente de Schering*. https://ingenieriaelectricafravedsa.blogspot.com/2014/11/puente-schering.html

7. Matan. (2023, 21 septiembre). *¿Qué es un oscilador de puente de Wien?* Electricity - Magnetism. https://www.electricity-magnetism.org/es/que-es-un-oscilador-de-puente-de-wien/